

#1

Ferranti Limited

Patent Nr. 164626  
1 Blatt

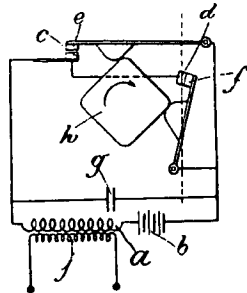


Fig. 1.

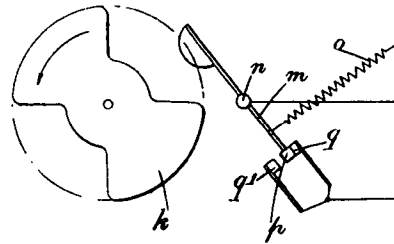


Fig. 2.

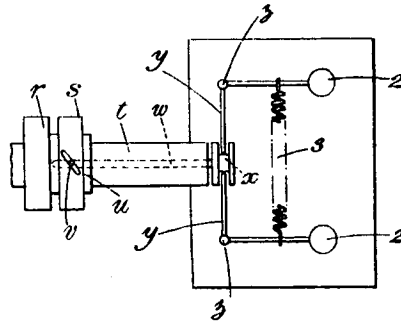


Fig. 3.

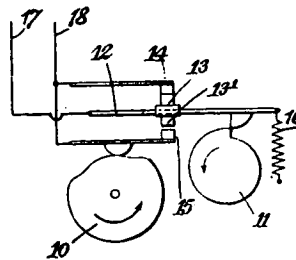


Fig. 4.

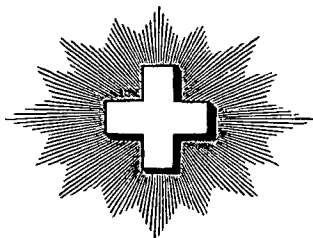
200  
27

Nr. 164626

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT

Klasse 104 c  
37 48

EIDGEN. AMT FÜR



GEISTIGES EIGENTUM

# PATENTSCHRIFT

Veröffentlicht am 16. Dezember 1933

Gesuch eingereicht: 9. März 1932, 18 $\frac{3}{4}$  Uhr. — Patent eingetragen: 15. Oktober 1933.  
(Priorität: Großbritannien, 31. März 1931.)

## HAUPTPATENT

FERRANTI LIMITED, Hollinwood (Lancaster, Großbritannien).

### Verfahren zur Durchführung einer elektrischen Funkenentladung.

Bei gewöhnlichen Hochspannungszünd-einrichtungen mit Zündspulen wird eine Hochspannungsentladung durch Unterbrechung des Stromkreises der Primärwicklung der Zündspule in dem Augenblick, in welchem der Primärstrom seinen maximalen Wert erreicht hat, hervorgebracht und die Unterbrechung wird aufrecht erhalten, bis alle durch das Zusammenfallen des magnetischen Feldes freiwerdende Energie durch die Entladung über die Funkenstrecken an den Zündkerzen vernichtet worden ist.

Beim Schließen des Primärstromkreises steigt der Primärstrom ständig an, bis die Unterbrechung des Primärstromkreises eintritt, worauf der Primärstrom schnell auf Null fällt und erst wieder ansteigt, wenn der nächste Funktionszyklus mit dem erneuten Schließen des Primärstromkreises beginnt.

Die im Entladungsfunken verfügbare Energie hängt vom Spitzenwert der bei der Unterbrechung des Primärstromes sekundärseitig induzierten Spannung ab, welcher

praktisch der Größe des Primärstromes im Augenblick der Unterbrechung proportional ist.

Wenn die Frequenz dieser aufeinanderfolgenden Stromschließungen und Stromunterbrechungen zunimmt, nimmt der Spitzenwert der erzeugten Sekundärspannung und damit derjenige des erzeugten Sekundärstromes mehr und mehr ab, weil die zwischen Kontaktherstellung und Unterbrechung verfügbare Zeit für das Anwachsen des Primärstromes und daher auch die Intensität des Primärstromes im Augenblick der Unterbrechung abnimmt.

Für das Interesse eines hohen Wirkungsgrades im Sinne der Vermeidung eines unnützen Energieverlustes, besonders bei hohen Motorgeschwindigkeiten, hat man längst schon herausgefunden, daß die Zeit der Offenhaltung der Unterbrechungsstelle im Primärstromkreis, die Dauer der Funkenentladung nicht wesentlich überschreiten soll, um für den Aufbau des Primärstromes eine

möglichst lange Zeit vorzusehen.

Wenn der Primärstromkreis nach Aufhören der Entladung geschlossen wird, steigt der Strom im Primärstromkreise gemäß dem wohlbekannten Gesetz an:

$$i = \frac{E}{R} \cdot \left(1 - e^{-\frac{R}{L_1} \cdot t}\right) \quad (1)$$

darin bedeuten:

$L_1$  den Selbstinduktionskoeffizienten des Primärstromkreises,

$R$  den Widerstand des Primärstromkreises,

$i$  den Primärstrom,

$E$  die Spannung der Primärbatterie,

$t$  die Zeit, gerechnet vom Augenblick an, in welchem der Primärstromkreis geschlossen wurde,

$e$  die Grundzahl der Napierianischen Logarithmen.

Zahlreiche Verfahren sind vorgeschlagen und angewandt worden, um die zum Anwachsen des Primärstromes verfügbare Zeit dadurch zu vergrößern, daß der Primärstromkreis so bald als möglich nach Aufhören der sekundärseitigen Entladung geschlossen wird.

Beispiele solcher Verfahren und Vorrichtungen sind:

1. Geeignete Ausbildung der Nockenhubflächen.

2. Anwendung zweier, mit geeignet ausgebildeten Nocken versehener, in solchem gegenseitigen Phasenverhältnis arbeitender Unterbrecher, von denen jeder den Stromkreis unabhängig vom andern in solcher Weise unterbricht, daß die Entladungen zuerst durch den einen und hierauf durch den andern Unterbrecher abwechselnd hervorgebracht werden. Eine solche Vorrichtung ermöglicht den Antrieb des Unterbrechernockens mit der halben Geschwindigkeit, die ein einziger Unterbrecher aufweisen müßte.

3. Eine Vorrichtung mit zwei parallelgeschalteten Unterbrechern, von denen der eine in bezug auf den andern so versetzt ist, daß, wenn der eine Unterbrecher sich öffnet, der Primärstromkreis geschlossen bleibt, bis sich der andere Unterbrecher auch

öffnet. Wenn dies stattfindet, beginnt sich der erste Unterbrecher zu schließen. Durch richtige Einstellung der Betätigungsmomente der beiden Unterbrecher kann der Stromkreis zu jeder beliebigen wünschbaren Zeit nach seinem Geöffnetwerden wieder geschlossen werden. Bei diesem System ist besonders darauf hinzuweisen, daß der wünschbare Zeitpunkt des Stromkreisschlusses sobald als möglich nach Vollendung der Entladung, keinesfalls aber während der Dauer der Entladung selbst, stattfindet. Niemand hat vor der vorliegenden Erfindung herausgefunden, daß ein erheblicher Vorteil durch das Schließen des Primärstromkreises während der Dauer der Entladung selbst erreicht werden kann.

Beim Schließen des Primärstromkreises während der Dauer der Entladung wird der Primärstrom nach Schließung des Primärstromkreises in zwei Stufen aufgebaut, von denen die zweite Stufe nach dem oben erwähnten Gesetz erfolgt. Es kann jedoch gezeigt werden, daß der Anfangsteil des Aufbaues, das heißt bis der Sekundärstrom auf Null gesunken ist, gemäß dem folgenden Gesetz stattfindet:

$$i = \frac{E + n e_2}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L_1(1-k_2)} \cdot t}\right) \quad (2)$$

In dieser Formel bedeuten:

$i$  den Primärstrom,

$E$  die Spannung der Primärbatterie,

$R$  den Widerstand des Primärstromkreises,

$e_2$  die Potentialdifferenz, welche in der Funkenstrecke unmittelbar nach Bildung eines Funkens vorhanden ist,

$k$  den Kupplungskoeffizienten,

$$n = k \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$$

$L_1$  den Selbstinduktionskoeffizienten des Primärstromkreises,

$L_2$  den Selbstinduktionskoeffizienten des Sekundärstromkreises,

$t$  die Zeit gerechnet vom Augenblick an, in welchem der Primärstromkreis geschlossen wurde,

$e$  die Grundzahl der Napierianischen Logarithmen.

Obige Gleichung bringt ein außerordentlich hohes Verhältnis zum Ausdruck, weil im Moment der Kontaktbildung der Sekundärstromkreis durch die Entladung noch kurzgeschlossen ist, und so bei Herstellung des Primärstromkreises eine beinahe vollständige Übertragung der noch verbleibenden elektromagnetischen Energie auf den Primärstromkreis tatsächlich erreicht wird.

Im folgenden sei, jener Stromanteil des Funkens, durch welchen die Energie in der Selbstkapazität der Sekundärwicklung vernichtet wird, mit Kapazitätskomponente bezeichnet, während jener Stromanteil der Entladung, durch welchen die primäre, auf die Sekundärseite übertragene elektromagnetische Energie vernichtet wird, Induktanzkomponente genannt wird.

Wir haben gefunden, daß der Nutzeffekt der Entladung vom Spitzenwert der ersten Schwingung der Induktanzkomponente abhängt. Dieser Wert bestimmt die Zündfähigkeit des Funkens. Demzufolge ist von der ganzen Induktionsspulen-Sekundärentladung nur die erste Halbschwingung der Induktanzkomponente wirklich erforderlich. Der übrige Teil der Induktanzkomponente der Entladung dient nicht nur keinem nützlichen Zwecke, sondern bewirkt eine unnötige Energieverschwendung. Dies bewirkt seinerseits ein übermäßiges Abbrennen und eine unnötige Erhitzung der Kerzenspitzen, was wiederum Anlaß zu Vorzündungen gibt.

Das Verfahren zur Durchführung einer elektrischen Funkenentladung gemäß der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, daß der Primärstromkreis in einem Zeitpunkt geöffnet wird, in welchem der Primärstrom seine größtmögliche Intensität erreicht hat und im Verlaufe der sekundären Entladung im Bereiche des Maximalwertes der ersten Hälfte der ersten Schwingung der Induktanzkomponente wieder geschlossen wird.

Zweckmäßigerweise besitzt die Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens einen Kontakthersteller und einen Kontakt-

unterbrecher zur Überwachung des Primärstromkreises, wobei die Anordnung so getroffen ist, daß der Moment der Schließung des Primärstromkreises im Betriebe der Vorrichtung überwachbar ist, um zu ermöglichen, die Totaldauer der sekundären Entladungszeit nach Wunsch variieren zu können.

Die Zeichnung veranschaulicht schematisch Ausführungsbeispiele der zur Ausführung des Verfahrens dienenden Vorrichtung.

Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform eines Doppelkontakt-Unterbrechers zur Ausführung des Verfahrens gemäß der Erfindung;

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform mit Nocken- und Umschaltkontakt;

Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform einer automatischen Verstellvorrichtung, und

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform der Kontaktvorrichtung.

Die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform der Unterbrechervorrichtung besitzt zwei in den primären, die Primärwicklung  $a$  der Zündspule und die Gleichstromquelle  $b$  enthaltenden Stromkreis parallel eingeschaltete, kontaktherstellende und unterbrechende Vorrichtungen. Diese Vorrichtungen weisen feste Kontakte  $c, d$  und bewegliche Kontakte  $e, f$  auf und sind in üblicher Weise durch eine Kapazität  $g$  nebengeschlossen. Die festen und die beweglichen Kontakte sind je elektrisch miteinander verbunden. Die beweglichen Kontakte werden nacheinander durch einen Nocken  $h$  betätigt, welcher zum Beispiel von einem Innenverbrennungsmotor angetrieben wird, dessen Zündung mit Hilfe der Sekundärwicklung  $j$  bewirkt wird.

Die Einrichtung ist so getroffen, daß sich beim Drehen des Nockens im Sinne des eingezeichneten Pfeils zuerst das Kontaktpaar  $c, e$  und erst darauf das Paar  $d, f$  öffnet, wodurch nun der Primärstromkreis unterbrochen ist. Dieser Stromkreis wird dann durch das Schließen des ersten Kontaktpaares  $c, e$  wieder geschlossen.

Die Dauer der Unterbrechung des Primärstromkreises wird zweckmäßig so gewählt, daß eine vorbestimmte Dauer des Sekundär-

stromes bei einer vorbestimmten Geschwindigkeit erreicht wird.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 hat der Nocken  $k$ , welcher auf einen um den Zapfen  $n$  drehbaren, unter dem Zug einer Feder  $o$  stehenden Hebel  $m$  wirkt, das Bestreben, stets die in Fig. 2 dargestellte Stellung einzunehmen. Das dem vom Nocken  $k$  betätigten Ende gegenüberliegenden Ende des Hebels  $m$  trägt ein Kontaktstück  $p$ , welches zwischen nachgiebigen, ortsfesten Kontakten  $q, q'$  spielen kann.

Wenn der Nocken  $k$  beim Betriebe rotiert, so wird der Hebel  $m$  gedreht und wenn letzterer jeweils gedreht wird, so wird der entweder über die Kontakte  $q$  und  $p$  oder  $q'$  und  $p$  geschlossene Stromkreis für eine kurze Zeit, welche von der zur Bewegung des Kontaktes  $p$  von  $q$  nach  $q'$  oder von  $q'$  nach  $q$  nötigen Zeit abhängt, geöffnet.

Bei den oben beschriebenen Beispielen bewirkt eine Veränderung der Frequenz der aufeinanderfolgenden Schaltvorgänge offenbar eine Änderung des zwischen Unterbruch und Wiederherstellung des Primärstromkreises liegenden Zeitintervalles. So z. B. kann bei einer Frequenz, die bedeutend kleiner ist als diejenige, für die der Apparat in Rücksicht auf die Erreichung einer höchsten Zündleistung eingestellt ist, die Wiederschließung des primären Stromkreises erst stattfinden, wenn bereits eine kurze Spanne Zeit nach dem Abfallen des Primärstromes auf Null verstrichen ist. Es ist daher zweckmäßig, automatische Mittel vorzusehen, welche eine bestimmte gleichbleibende Dauer der Unterbrechung des primären Stromkreises unabhängig von der Frequenz der aufeinanderfolgenden Stromkreisschließungen und Stromkreisunterbrechungen aufrechterhalten.

Ein geeignetes Mittel für diesen Zweck ist in Fig. 3 dargestellt, wo  $r$  und  $s$  zwei Nockenscheiben sind, von denen die Scheibe  $r$  auf der Welle  $t$  fest sitzt und die Scheibe  $s$  drehbar auf der Welle  $t$  sitzt. Die Nockenscheibe  $s$  weist einen Schlitz  $u$  auf, in den ein Stift  $v$  einer einen Kragen  $x$  tragenden Welle  $w$  eingreift und welche Welle in einer

achsialen Bohrung der Welle  $t$  verschiebbar ist. Der Kragen  $x$  und damit die Welle  $w$  wird durch zwei um Zapfen  $z$  drehbare Winkelhebel in axialer Richtung verschoben, wenn diese Hebel durch die Zentrifugalkraft der beiden durch eine Feder 3 gegeneinander gezogenen Kugeln 2 betätigt werden.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 sind zwei Nockenscheiben 10 und 11 vorgesehen und werden so angetrieben, daß sie sich mit gleicher Geschwindigkeit drehen. Ein Arm 12 wird von der Nockenscheibe 11 betätigt und trägt zwischen festen, miteinander elektrisch verbundenen Kontaktteilen 14, 15 bewegliche Kontaktteile 13, 13'.

In der dargestellten Stellung wird der über die Leitungen 17 und 18 verlaufende Stromkreis durch die Kontaktteile 14 und 13 geschlossen. Wenn sich die unterschrittene Scheibe 11 dreht, wird der Kontakt 13, 14 geöffnet und der Kontaktteil 13' fällt unter dem Zug der Feder 16 auf den Kontaktteil 15, wodurch der Stromkreis zwischen dem Augenblick des Öffnens des Kontaktes 13, 14 und dem Schließen des Kontaktes 13', 15 für eine sehr kurze Zeitperiode unterbrochen wurde. Bei weiterer Drehung der Nockenscheiben werden die Kontaktteile 15 und 13' durch die Scheibe 10 zusammen hochgedrückt, bis der Kontaktteil 13 mit dem Kontaktteil 14 zur Berührung kommt, wobei der Stromkreis inzwischen geschlossen bleibt. In einem bestimmten Augenblick gestattet dann die Scheibe 10 dem Kontaktteil 15, sich nach unten zu bewegen, so daß der Kontakt 13', 15 geöffnet wird; der Kontaktteil 13 verbleibt jedoch infolge der Scheibe 11 mit dem Kontaktteil 14 in Berührung, so daß der Stromkreis nicht unterbrochen wird.

Bei dieser Anordnung ist die Zeitdauer, während welcher der Stromkreis geöffnet ist, von der Geschwindigkeit der Drehung der Scheiben unabhängig.

Bei den nach dem Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung arbeitenden Spulenzündsystemen kann der Spitzenwert des Sekundärstromes unabhängig von der Frequenz der aufeinanderfolgenden Stromschließungen

aus Unterbrechungen auf gleichbleibender Höhe sein. Demzufolge ist ein von einer rußigen Zündkerze herrührender Zündungsfehler bei hohen Geschwindigkeiten nicht größer als bei niederen.

Bei bestehenden Systemen fällt die Kurve des bei Unterbrechung des Stromkreises rasch auf Null und bleibt auf Null bis zur Wiederherstellung des Stromkreises.

Wenn bestehende Ausführungen von Kontaktvorrichtungen, die mit einem einzigen Paar Kontakten oder zwei solchen synchron arbeitenden Paaren Kontakten, wie sie gewöhnlich zum Zünden angewendet werden, ausgerüstet sind, so eingestellt werden, daß die kurze Unterbrechungsperiode ergeben, welche gemäß der Erfindung erforderlich ist, ergab sich, daß infolge des Zündbogens und der Tatsache, daß die Kontakte sich in einer ionisierten Atmosphäre schließen, Neigung zu einem Fehler vorhanden ist. Aus diesem Grunde ist es vorteilhaft, wie in den beschriebenen Beispielen gezeigt, zwei Paare von Kontakten vorzusehen, eines für das Öffnen und das andere zum Schließen des Stromkreises.

#### PATENTANSPRUCH:

Verfahren zur Durchführung einer elektrischen sekundärseitigen Funkenentladung

in einer Funken-Erzeugungseinrichtung, die einen Primär- und einen Sekundärstromkreis aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß der Primärstromkreis in einem Zeitpunkt geöffnet wird, in welchem der Primärstrom seine größtmögliche Intensität erreicht hat, und im Verlaufe der sekundären Entladung im Bereiche des Maximalwertes der ersten Hälfte der ersten Schwingung der Induktanzkomponente wieder geschlossen wird.

#### UNTERANSPRUCHE:

1. Verfahren nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterbrechungszeit des Primärstromkreises unabhängig von Änderungen in der Frequenz der aufeinanderfolgenden Stromkreisschließungen und Stromkreisunterbrechungen automatisch mindestens angenähert konstant gehalten wird.
2. Verfahren nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauer der Unterbrechung des Primärstromkreises so gewählt wird, daß eine vorbestimmte Dauer des Sekundärstromes bei einer vorbestimmten Geschwindigkeit erreicht wird.

#### FERRANTI LIMITED.

Vertreter: H. KIRCHHOFER  
vormals Bourry-Séquin & Co., Zürich.